

Artículos de revisión

Trauma vascular periférico. Revisión de la literatura

Peripheral vascular trauma. Literature review

Lisbeth López-Narváez¹

Andrea Salazar-Trujillo¹

Juan F Cáceres-Sepúlveda¹

Cristian Rincón-Guio²

José Daniel Charry-Cuellar^{2 *}

¹ Departamento de Investigaciones, Clínica Medilaser. Neiva, Colombia.

² Centro de Investigaciones UNINAVARRA, Fundación Universitaria Navarra, UNINAVARRA. Neiva, Colombia.

Resumen:

Desde los comienzos de la humanidad ha existido la permanente necesidad de tener una vida larga y saludable; de esta manera, se han desarrollado conocimientos, inicialmente intuitivos, para controlar hemorragias y mantener la vida. A medida que se han suscitado guerras y sus respectivas secuelas, han avanzado las prácticas, técnicas y el conocimiento en cuanto al manejo del trauma, específicamente el vascular. Esto se ha logrado mediante el ensayo y error llegando al nivel de hoy en día, donde no sólo se realizan esfuerzos para conservar la vida, sino también la funcionalidad y la integridad de los órganos y extremidades.

Palabras clave: Trauma vascular; muerte; salud; urgencias; Colombia

Abstract:

Since the beginning of mankind there has been a permanent need to have a long and healthy life. In this way, initially intuitive knowledge has been developed to control bleeding and preserve life. As history progressed, and wars and their events developed, they developed practices, techniques and knowledge regarding trauma management, specifically vascular. This was achieved through trial and error reaching the level of today, where not only efforts are made to preserve life, but also the functionality and integrity of the organs and limbs.

Keywords: Vascular trauma; death; health; urgency; Colombia

Introducción

El trauma vascular periférico mayor se define como las lesiones de los vasos sanguíneos (arterial y venoso) mayores de 4 mm,¹ el 3% de todas las lesiones en trauma tiene un componente vascular.² En Colombia, el 0.67% de los ingresos por trauma al servicio de urgencias corresponde a lesiones vasculares;³⁻⁶ este tipo de trauma, aunque no presenta alta incidencia, es un gran problema de salud pública dada su letalidad y complicaciones. En el

país, se ha avanzado en la adquisición de conocimiento y manejo de esta clase de trauma en los centros de salud, puesto que hay alta incidencia de accidentes de tránsito y suicidios, sumados a más de cinco décadas de conflicto interno.⁶ A través de la presente revisión de la literatura se desarrollarán los componentes principales del trauma vascular periférico.

HISTORIA

El trauma vascular y la necesidad de controlar las hemorragias han desempeñado un papel importante en la supervivencia de la humanidad a través de toda su historia.⁷ Los primeros registros conocidos de esta práctica datan de los años 1600 a.C., cuando, según el papiro de Ebers (descubierto por Ebers en Luxor en 1873), las mezclas de aceite mineral o materia vegetal como el sulfato de plomo, antimonio o sulfato de cobre eran utilizadas por los egipcios para controlar los sangrados.³ Por otra parte, los chinos en el año 1000 a.C., aproximadamente, describieron el uso de vendajes apretados y materiales metalizados para el control de la hemorragia.² Galeno, en el siglo II a.C, refiere la necesidad de diferenciar el sangrado venoso del sangrado arterial, dado que afirmaba que en el venoso era suficiente la compresión o la aplicación de ciertos materiales para el control de la hemorragia, pero en el caso de un sangrado arterial se hacía necesaria la ligadura con lino.⁸

Las guerras han sido el factor fundamental para el desarrollo de conocimientos y experiencia que han permitido avanzar en el manejo de traumas vasculares. Jerónimo de Brunswick, cirujano del ejército alsaciano, describió en 1497 el empleo de ligaduras como el mejor método para controlar la hemorragia producto de las heridas por proyectil de arma de fuego.⁸ En 1674, un cirujano militar de apellido Morel introdujo una varilla al vendaje torciéndola hasta detener el flujo arterial; esto daba mayor tiempo para poder realizar la ligadura, apareciendo por primera vez el hoy controvertido torniquete.⁵ En 1759, se llevó a cabo la primera operación vascular descrita por el inglés Hallowell, quien reparó la arteria humeral en una lesión traumática, aplicando una sutura en forma de ocho sobre un alfiler colocado a través de las paredes de la arteria sujetando los bordes.^{4, 8, 9}

De esta forma, de pequeños, pero constantes descubrimientos y de la mano de las secuelas de los actos bélicos, se han logrado grandes avances en conocimientos, técnicas de homeostasis y reparación vascular.

EPIDEMIOLOGÍA

El trauma vascular se considera que corresponde aproximadamente al 3% de todos los traumas a nivel mundial en el contexto de los ingresos al servicio de urgencias por trauma; las lesiones vasculares son relativamente bajas, representan tan sólo el 0.67% de la totalidad de los pacientes.⁵ A nivel internacional se observa que la incidencia anual estimada en civiles varía de 0.9 a 2.3 por 100,000.¹⁰ En Suecia, la incidencia anual aumentó de 11.0 a 26.6 casos por 100,000 habitantes a lo largo de 10 años, esto debido al incremento del trauma vascular iatrogénico y la mortalidad global resultante del trauma vascular se sitúa entre el 20 y 26%.¹¹ Este trauma representa un porcentaje menor en civiles correspondiendo a un 1.5% de los pacientes traumatizados en Estados Unidos y de 1-2% en Australia.^{12, 13} En estos países, la mortalidad global resultante del trauma vascular se sitúa entre el 20 y 26%.¹² En las estadísticas mundiales, el intento de homicidio o robo corresponde al 60% de los móviles de

trauma vascular;³⁻⁵ sin embargo, se desconoce su incidencia exacta en muchos países debido a que no tienen sistemas organizados para reportar este tipo de trauma. El trauma vascular en Colombia es común, causa mortalidad en la población entre 15-44 años; como causa principal se encuentran las heridas por arma corto-punzante en los miembros superiores y las de arma de fuego en los miembros inferiores.¹⁴

Con respecto al mecanismo de trauma, hay tres tipos principales: el trauma penetrante, cerrado e iatrogénico. En un estudio realizado en un hospital especializado en trauma en el Reino Unido se encontró que el mecanismo más frecuente es el trauma penetrante con un 56% de los pacientes, lo cual concuerda con lo reportado por otros autores.^{12, 15, 16} Este tipo de trauma es, a su vez, el que genera lesiones vasculares más severas con una tasa de mortalidad mayor (26 vs. 10%) y tasas más elevadas de amputación de extremidades (12%), así como estancia hospitalaria más prolongada, al igual que en unidades de cuidado intensivo.¹⁵

Estos aspectos coinciden con la epidemiología regional del trauma en Latinoamérica, donde representa del 0.65 al 1.14% de los casos de traumatismo, de los cuales el 89% corresponde a trauma vascular penetrante y el 3% ocurre por otras causas, incluyendo lesiones iatrogénicas, explosiones y lesiones por aplastamiento.⁵

Con relación al trauma, en Colombia no hay una estadística que permita determinar exactamente el impacto del trauma, aunque se han realizado algunos estudios locales en diferentes hospitales del país. En un estudio en el Hospital de Kennedy en Bogotá se observó una prevalencia de 0.3% del total de trauma, siendo la media de presentación 24.2 años con más frecuencia en el sexo masculino;^{17, 18} mientras que en otro estudio realizado en el Hospital San Vicente de Paul de Medellín, el 59% del trauma vascular fue causado por heridas por arma de fuego, el 33% heridas por arma blanca y el 7% fue secundario a trauma cerrado. Con respecto a su localización, en las lesiones arteriales de las extremidades superiores, la más frecuentemente involucrada fue la arteria braquial (40%), seguida de la cubital y radial (25% en ambos casos) y la axilar en un 30%.² Entre las extremidades inferiores, la más común fue la arteria femoral profunda (37.2%), luego la arteria poplíteas (30.7%), la arteria crural (11%) y la femoral común (8.7%).¹⁹

FISIOPATOLOGÍA

La hemorragia es la primera consecuencia del trauma vascular, ésta puede ser identificable por sangrado visible o puede encontrarse contenida.⁸ La isquemia se presenta a consecuencia de una interrupción súbita del flujo sanguíneo hacia las extremidades u órganos y, al haber decremento del aporte de oxígeno a los tejidos, se instaura el metabolismo anaerobio con la posterior producción de ácido láctico junto con mediadores inflamatorios; de esta manera, se activan las cascadas inflamatorias humorales y celulares y, si el tejido no cuenta nuevamente con un adecuado aporte de oxígeno, puede llegar a la muerte celular.^{18, 20} Las posibles lesiones por hipoxemia varían en función del tiempo dependiendo del tejido que esté sometido; en el caso del tejido muscular, puede soportar el sufrimiento hipóxico hasta por tres horas y después de ello, recuperar su función, pero en el caso del tejido nervioso puede presentar lesión progresiva e irreparable en menos tiempo.²⁰

Si se logra revertir la isquemia, con el efecto de la reperfusión ocurre una liberación súbita y masiva de mediadores inflamatorios, ácido láctico, potasio y otros detritus intracelulares a la circulación sistémica, lo cual puede llegar a causar depresión miocárdica severa, vasodilatación generalizada, desencadenando el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS), causando incluso la muerte del paciente.^{18, 20}

CLASIFICACIÓN

Las lesiones vasculares pueden presentarse a causa de diferentes mecanismos, pueden ser penetrantes, las más comunes son las producidas por arma de fuego; en este caso, la severidad depende de la velocidad del proyectil; en el caso de las producidas por armas de largo alcance, además de la destrucción directa del tejido, se observan lesiones secundarias al efecto cavitacional, los fragmentos óseos pueden producir lesiones penetrantes de los vasos.² Dentro de estas lesiones, la laceración es un desgarro o ruptura parcial de un vaso y la transección, la cual corresponde a la pérdida completa de la continuidad de un vaso, es la más frecuente, siendo el sangrado mayor en transecciones parciales que en completas, ya que en este caso se produce retracción de ambos cabos y vasoconstricción por espasmo vascular.^{18, 20}

Para las lesiones cerradas, pese a que es el mecanismo menos frecuente, su pronóstico es más serio, dado que la lesión es por aplastamiento y el diagnóstico tiende a tardar.² En este caso, se produce disrupción lateral de toda la pared o disrupción intimal (*flap*), lo que llevará a trombosis o disección y posterior ruptura. En caso de trombosis, existe la posibilidad de embolización distal con efectos deletéreos para el enfermo.⁸ Si la lesión se encuentra en un compartimento contenido, se presentará un hematoma pulsátil, el cual constituirá un pseudoaneurisma. En este caso, se conserva flujo hacia distal, lo que inicialmente hace difícil el diagnóstico clínico y, a su vez, cambia con el tiempo al aparecer una masa pulsátil. El gran peligro es la ruptura alejada del trauma inicial.^{21, 22} La formación de una FAV ocurre al asociarse trauma de vena adyacente al vaso arterial, manifestándose en forma alejada al trauma mediante alteraciones cardiovasculares y/o ruptura.²³

Las lesiones iatrogénicas se pueden presentar en procedimientos como la arteriografía, instalación de vías centrales, y cirugía laparoscópica; el mecanismo del trauma es muy diverso, dependiendo del país y de los niveles socioeconómicos de la población.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de las lesiones vasculares se realiza mediante un examen físico exhaustivo. La presencia de signos duros se asocia a una alta sospecha de trauma vascular (100%) con una tasa de falsos negativos de 0.7%, estos signos son indicación de exploración quirúrgica.²³⁻²⁵ Los signos blandos orientan al clínico a una lesión vascular, pero no indican una exploración quirúrgica inmediata, estos pacientes serán sometidos a estudios complementarios; su presencia se asocia a un 63% aproximadamente de incidencia de lesión vascular.^{2, 8} Cualquier signo blando es indicación de hospitalización y observación por 24 a 48 horas, no han de ser explorados en forma inmediata, ya que la posibilidad de lesión es baja¹⁸ ([Tabla 1](#)).

Tabla 1: Signos clínicos de trauma vascular.

Signos duros	Sangrado pulsátil y/o masivo			Historia de sangrado prehospitalario
	Hematoma pulsátil o expansivo			Pulso palpable, pero disminuido
	<i>Thrill</i> o soplo		Signos duros	Hematoma moderado
	Isquemia distal			Proximidad a grandes vasos o lesión ósea
		Dolor		Déficit neurológico ipsolateral
		Palidez		
		Parálisis		
		Parestesias		
		Disminución del pulso		
		Frialdad distal		

El índice tobillo-brazo posee una sensibilidad del 100% para identificar lesiones vasculares de origen penetrante, algunas series lo han validado para identificación de lesiones en trauma cerrado; son una herramienta exequible y con buenos resultados para el diagnóstico de lesión vascular.³ En caso de realizar oximetrías de pulso, éstas hacen sospechar la existencia de lesión vascular, pero no la confirman ni la excluyen.²⁶

El eco Doppler es un examen operador sumamente dependiente, además de que no genera certeza, dado que la presencia de una señal Doppler da una falsa sensación de seguridad y no confirma la ausencia de lesión; por el contrario, si se tiene pulso palpable, pero disminuido, el Doppler se puede orientar en cuanto al posible diagnóstico, aunque tampoco certifica la ausencia de lesión.²⁷

El eco dúplex tiene la limitación de que también es operador dependiente, combina la imagen de eco Doppler con las ondas de pulso del modo B, por lo que permite detectar desgarros de la íntima, trombosis, pseudoaneurismas y fistulas arteriovenosas. Éste posee una alta sensibilidad y especificidad, por lo cual se considera un método de *screening* en personal con adecuado entrenamiento.^{18 28},

Por su parte, la angiografía continúa siendo el estándar de oro para identificar lesiones en trauma vascular, además de que posibilita realizar terapias Endovascular o de control temporal con catéteres de angioplastia hasta lograr una solución definitiva.²⁹

TRATAMIENTO

Al paciente traumatizado se le deben brindar primeros auxilios, se debe hacer control de la vía aérea y manejo; sin embargo, las prioridades de manejo en los pacientes con este tipo de lesiones es detener la hemorragia, restaurar la circulación normal y evitar en la medida de lo posible el sufrimiento de los tejidos. Se realiza el control primario de la hemorragia mediante compresión directa^{18, 30, 31} y, si la herida es profunda, el control temporal del sangrado se logra instalando una sonda Foley por el trayecto lo más profundo posible. Posteriormente, se procede a insuflar su balón y a traccionar de manera suave, pudiendo incluso ser fijada a piel en caso de requerir traslado del paciente.³¹ No se recomienda la realización del clampeo a ciegas en sala de reanimación, ya que se asocia a una alta probabilidad de iatrogenia de estructuras vecinas al vaso dañado.⁸

Se debe efectuar la reposición de volumen, ésta se hará en dos fases, previa y posterior al control de la hemorragia. En la primera, se debe limitar, dado que a medida que se aumenta el aporte de volumen, se diluyen los factores de coagulación ocasionando hipotermia y acidosis.³² En este caso, la meta es mantener una presión arterial adecuada para asegurar una correcta perfusión cerebral, la cual se evalúa clínicamente según la realización de funciones básicas.⁸ En el caso de estar frente a un paciente hipovolémico, no se deben utilizar inótrópos, puesto que *per se* estos pacientes por la respuesta inicial al trauma ya van a contar con vasoconstricción y se podría causar hipoxia miocárdica.³² Una vez controlado el sangrado, se deben asegurar dos vías periféricas de buen calibre para asegurar la reposición adecuada de líquidos endovenosos tibios.³²

Proceder a ligadura de vasos aporta morbilidad al paciente, siendo que la ligadura de la arteria carótida interna tiene un riesgo de ocasionar un ACV en un 10-20%, por lo que no se realiza al igual que los vasos ilíacos externos, femoral común. La mayoría de las venas pueden ser ligadas, incluso la cava inferior, sin agregar altas tasas de morbilidad.³ Cuando el paciente se halla ante el riesgo de pérdida de extremidades o isquemia cerebral se puede realizar un *shunt* intraluminal, su papel es temporal, pero asegura la irrigación hasta que se realice una reparación definitiva. Un estudio de Gifford demostró que en el trauma militar con compromiso de los miembros inferiores, la tasa de amputación se reduce en un 9% con el uso de este manejo.^{3, 32, 33}

La aparición de la terapia endovascular, pese a que aumenta los costos de la atención, mejora los desenlaces, la perfusión y reduce el sangrado y el riesgo de amputación.³⁴⁻³⁶ Un estudio realizado por Piffaretti con una serie de pacientes con trauma vascular periférico de arterias como subclavia, poplítea, femoral, quienes tenían pseudoaneurisma y la sección completa, con la aplicación de *stent* vía endovascular, evidenció una preservación de extremidad del 100%.³⁷

Cuando existe una lesión complicada en la extremidad, la cual está determinada como la presencia de lesiones óseas, tejidos blandos, nerviosa y vascular asociada, se debe considerar la posibilidad de amputación de la extremidad; por ello, se han empleado diferentes índices para evaluar el riesgo de amputación; el índice MESS (*Mangled Extremity Severity Score*) es el más usado, incluyendo criterios como el grado de lesión esquelética y de tejidos blandos, la isquemia de la extremidad, el choque y la edad del paciente²⁸ (Tabla 2).

Tabla 2: Clasificación de ***Mangled Extremity Severity Score*** (MESS).

Índice MESS	Puntos*
Lesión de tejido blando y hueso	1
Baja energía (herida por arma corto-punzante o de fuego de pequeño calibre)	
Energía moderada (fractura abierta o multinivel, aplastamiento moderado)	2
Alta energía (arma de fuego de corto alcance o fuego de alta velocidad)	3
Muy alta energía (explosiones, aplastamiento)	4
Choque	
Normotenso	0
Hipotensión transitoria (hipotenso al ingreso, pero responde a los líquidos intravenosos)	1
Hipotensión prolongada (tensión arterial sistólica menos de 90 en la escena, responde a líquidos en el servicio de urgencias)	2
Grado de isquemia de la extremidad	
Ninguno (extremidad con pulsos)	0
Leve (pulsos disminuidos/signos de isquemia)	1
Moderada (sin pulsos por Doppler, llenado capilar lento, parestesias y debilidad)	2
Avanzada (sin pulso, fría, paresia, sin llenado capilar)	3
Grupo etario	
Menor de 30 años	0
De 30 a 49 años	1
Mayor de 50 años	2

*Se obtiene la sumatoria del puntaje:

- Puntaje mayor de 6, tiene un valor predictivo de amputación cercano al 100%.
- Puntaje de 0-6: extremidad probablemente viable

Tomada de: Cronenwett J, Wayne K. Vascular trauma. Rutherford's vascular surgery. 7th ed. Toronto: Elsevier; 2010.

**Si el tiempo de isquemia es superior a seis horas, el puntaje se duplica.

SÍNDROME COMPARTIMENTAL

El síndrome compartimental puede ser causado por dos mecanismos: incremento en el volumen en un espacio cerrado y por disminución en el tamaño del espacio, lo cual se traduce en disminución y ausencia de irrigación de una extremidad, misma que, si es prolongada, causa isquemia celular y la activación de mediadores de inflamación como respuesta a las alteraciones en la permeabilidad vascular.³⁸ La reperusión subsecuente a esto puede ocasionar que la extremidad sufra edema generalizado; de este modo, la presión del compartimiento supera la presión capilar y venosa, lo que se traduce en estasis venosa, isquemia celular y por último muerte.³⁹ Clínicamente, se evidencia que los primeros síntomas

que refiere el paciente mismo son dolor desproporcionado y parestesia.⁴⁰ Después, se palpa el aumento de la presión en el compartimento, subsecuente a ello, se detecta palidez y paresia como resultado del compromiso vascular y por último la ausencia de pulso, éste como signo tardío.⁴¹ La prevención es el mejor tratamiento para esta complicación, con una fasciotomía se mejora la sintomatología del paciente y se evita correr el riesgo de un segundo episodio de isquemia de la extremidad.³²

CONCLUSIONES

El trauma vascular es uno de los tipos de lesión con baja incidencia, aunque si no se precisa un adecuado y oportuno manejo lo hace merecedor de importancia. La evolución del trauma vascular ha ido de la mano con los conflictos bélicos en distintos lugares del mundo. Hoy en día, pese a la permanencia de las guerras, las principales causas de trauma vascular corresponden a accidentes de tránsito, violencia civil e iatrogenia.² Las extremidades continúan siendo el sitio principal de lesiones vasculares, lo que hace pensar en lesiones defensivas y que la violencia civil continúa ensanchando sus estadísticas.⁸ Su diagnóstico generalmente se realiza con el examen físico ante la presencia de signos “duros” y “blandos”. Una de las principales complicaciones, si no se detecta y trata a tiempo, es el síndrome compartimental, el cual puede llegar a empeorar la posibilidad de recuperación de la extremidad. El manejo definitivo debe hacerse por el personal idóneamente entrenado, si de momento no se contara con él, se debe procurar mantener la vitalidad del paciente y todos sus órganos hasta que dicho personal esté disponible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cronenwett J, Wayne JK, eds. Rutherford's vascular surgery. 8th ed. Toronto: Elsevier; 2014. [[Links](#)]
2. Salas D. Vascular trauma, a vascular surgeon's perspective. Rev Med Clin Condes. 2011; 22: 686-696. [[Links](#)]
3. Moreno L, Borraez O, Ulloa J. Vascular trauma in Latin-América. In: Rasmussen T, Tai N, eds. Rich's vascular trauma. 3rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016. [[Links](#)]
4. Murilo R, Porta R. Implications of vascular trauma in Brazil. In: Rasmussen T, Tai N, eds. Rich's vascular trauma. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier; 2016. [[Links](#)]
5. De Greiff M, Díaz J, García J. Balance de la seguridad en Bogotá, primer semestre de 2014. Observatorio de Seguridad en Bogotá. 2014; 48: 7. [[Links](#)]
6. Sonneborn R, Andrade R, Bello F, Morales-Uribe CH, Razuk A, Soria A, et al. Vascular trauma in Latin America: a regional survey. Surg Clin North Am. 2002; 82: 189-194. [[Links](#)]
7. Torres S. Trauma vascular de las extremidades y un poco de su historia. Trauma. 2006; 9: 83-86. [[Links](#)]
8. Soto S, Sánchez G, Brousse J. Trauma vascular periférico. Cuad Cir. 2004; 18: 91-97. [[Links](#)]
9. Villamil E, Gutiérrez J, Morales H. Trauma vascular de Guerra en Colombia: análisis de 13 años en el hospital militar central. In: repository. uniminlitar [database online]. Bogotá: Universidad Militar; 2013. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11126>. [[Links](#)]

10. Fingerhut A, Leppäniemi AK, Androulakis GA, Archodovassilis F, Bouillon B, Cavina E, et al. The European experience with vascular injuries. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 175-188. [[Links](#)]
11. Bergqvist D, Helfer M, Jensen N, Tägil M. Trends in civilian vascular trauma during 30 years. A Swedish perspective. *Acta Chir Scand.* 1987; 153: 417-422. [[Links](#)]
12. Sugrue M, Caldwell EM, Damours SK, Crozier JA, Deane SA. Vascular injury in Australia. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 211-219. [[Links](#)]
13. Barmparas G, Inaba K, Talving P, David JS, Lam L, Plurad D, et al. Pediatric vs adult vascular trauma: A National Trauma Databank review. *J Pediatr Surg.* 2010; 45: 1404-1412. [[Links](#)]
14. Rojas S, Ríos A. Caracterización del trauma vascular periférico del Hospital de Kennedy. In: repository.urosario [satabase online], Bogotá: Universidad del Rosario; 2016. <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11844/TRABAJOFINAL.pdf?sequence=1>. [[Links](#)]
15. Perkins ZB, De'Ath HD, Aylwin C, Brohi K, Walsh M, Tai NR. Epidemiology and outcome of vascular trauma at a British Major Trauma Centre. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2012; 44: 203-209. [[Links](#)]
16. Bains SK, Vlachou PA, Rayt HS, Dennis M, Markose G, Naylor AR. An observational cohort study of the management and outcomes of vascular trauma. *Surgeon.* 2009; 7: 332-335. [[Links](#)]
17. Franz RW, Goodwin RB, Hartman JF, Wright ML. Management of upper extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *Ann Vasc Surg.* 2009; 23: 8-16. [[Links](#)]
18. Hafez H, Woolgar J, Robbs JV. Lower extremity arterial injury: results of 550 cases and review of risk factors associated with limb loss. *J Vasc Surg.* 2001; 33: 1212-1219. [[Links](#)]
19. Morales-Urbe C, Sanabria-Quiroga A, Sierra-Jones J. Vascular trauma in Colombia: experience of a level I trauma center in Medellin. *Surg Clin North Am.* 2002; 82: 195-210. [[Links](#)]
20. Britt LD, Weireter LJ, Cole Fj. Newer diagnostic modalities for vascular injuries: the way we were, the way we are. *Surg Clin North Am.* 2001; 81: 1263-1279. [[Links](#)]
21. Dennis JW, Frykberg ER, Veldenz HC, Huffman S, Menawat SS. Validation of nonoperative management of occult vascular injuries and accuracy of physical examination alone in penetrating extremity trauma: 5 to 10 year follow-up. *J Trauma.* 1998; 44: 243-252. [[Links](#)]
22. Miranda FE, Dennis JW, Veldenz HC, Dovgan PS, Frykberg ER. Confirmation of the safety and accuracy of physical examination in the evaluation of knee dislocation for injury of the popliteal artery: a prospective study. *J Trauma.* 2002; 52: 247-252. [[Links](#)]
23. Espinoza R, Dietz P, Sotelo P. Trauma arterial de extremidades: resultados del manejo por el cirujano no especialista. *Rev Chilena de Cirugía.* 2002; 54: 225-230. [[Links](#)]
24. Yao JS, Gregory RT, Rich NM. Interviews with pioneers of vascular Surgery. *J Vasc Surg.* 2012; 56: e52-e57. [[Links](#)]
25. Seamon MJ, Smoger D, Torres DM, Pathak AS, Gaughan JP, Santora TA, et al. A prospective validation of a current practice: the detection of extremity vascular injury with CT angiography. *J Trauma.* 2009; 67: 238-243. [[Links](#)]
26. Kauvar DS, Sarfati MR, Kraiss LW. National trauma databank analysis of mortality and limb loss in isolated lower extremity vascular trauma. *J Vasc Surg.* 2011; 53: 1598-1603. [[Links](#)]

27. Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB. Blunt vascular trauma in extremity: diagnosis, management and outcome. *J Trauma*. 2003; 55: 814-824. [[Links](#)]
28. Frykberg E. Popliteal vascular injuries. *Surg Clin North Am*. 2002; 82: 57-89. [[Links](#)]
29. Aerts N, Poli de L, Buriham E. Emergency room retrograde transbrachial arteriography for the management of axillosubclavian vascular injuries. *J Trauma*. 2003; 55: 69-73. [[Links](#)]
30. Velmahos GC, Toutouzas KG. Vascular trauma and compartment syndromes. *Surg Clin North Am*. 2002; 82: 125-141. [[Links](#)]
31. Weaver F, Hood D, Yellin A. Vascular Injuries of the Extremities. In: Cronenwett J, Johnston K, eds. *Rutherford's vascular surgery*. 8th ed. Toronto: Elsevier; 2014. [[Links](#)]
32. Soto S, Oettinger W, Brousse J, Sánchez G. Cirugía de control de daños. Enfrentamiento actual del trauma. *Cuad Cir*. 2003; 17: 95-102. [[Links](#)]
33. Gifford SM, Aidinian G, Clouse WD, Fox CJ, Porras CA, Jones WT, et al. Effect of temporary shunting on extremity vascular injury: an outcome analysis from the Global War on Terror vascular injury initiative. *J Vasc Surg*. 2009; 50: 549-555. [[Links](#)]
34. Hancock H, Rasmussen TE, Walker AJ, Rich NM. History of temporary intravascular shunts in the management of vascular injury. *J Vasc Surg*. 2010; 52: 1405-1409. [[Links](#)]
35. Johnson C. Endovascular management of peripheral vascular trauma. *Semin Intervent Radiol*. 2010; 27: 38-43. [[Links](#)]
36. Chong VE, Lee WS, Miraflor E, Victorino GP. Applying peripheral vascular injury guidelines to penetrating trauma. *J Surg Res*. 2014; 190: 300-304. [[Links](#)]
37. Piffaretti G, Tozzi M, Lomazzi C, Rivolta N, Caronno R, Laganà D, et al. Endovascular treatment for traumatic injuries of the peripheral arteries following blunt trauma. *Injury*. 2007; 38: 1091-1097. [[Links](#)]
38. Hargens A, Akeson W. Pathophysiology of the Compartment Syndrome. In: Mubarak S, Hargens A. *Compartment syndromes and Volkmann's contracture*. Philadelphia: Saunders; 1981. [[Links](#)]
39. Mubarak SJ, Pedowitz R, Hargens A. Compartment syndromes. *Curr Orthop*. 1989; 3: 36-40. [[Links](#)]
40. Falcón J, Navarro R, Ruiz J, Jiménez J, Brito E. Fisiopatología, etiología y tratamiento del síndrome compartimental (revisión). *Canarias Médica y Quirúrgica*. 2009; 7: 14-18. [[Links](#)]